



TITLE:

鋼曲げ部材を対象とした一面当て
板接着補修に関する研究(
Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

青木, 康素

CITATION:

青木, 康素. 鋼曲げ部材を対象とした一面当て板接着補修に関する研究.
京都大学, 2018, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2018-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21358>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	青 木 康 素
論文題目	鋼曲げ部材を対象とした一面当て板接着補修に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>道路橋の鋼床版上で舗装補修の際に発見されるデッキプレートの腐食による断面欠損は、補修工事のために確保している交通規制の時間内で補修対応するのが困難なため、補修できずに舗装復旧をしているといった実態がある．本論文は、この解決策として鋼板や CFRP 材を、接着剤を用いて鋼板に直接接着し当て板補修する工法に着目し、工法の有効性の検証と供用下で受ける種々の環境負荷に対する耐久性確保の方法について取り組み、その成果から鋼曲げ部材一般で活用可能な一面補修工法として設計法を提案し、研究成果を取りまとめたものである．本論文は全 7 章で構成されている．</p> <p>第 1 章では、研究動機となった、舗装撤去時に発見される鋼床版デッキプレートの腐食損傷と、実際の舗装補修工事内では補修対応できていない実態について述べている．また、舗装工事内で対応するための解決策として、材料手配や施工方法に関して工法に要求する事項を挙げ、要求を満足する工法として一面のみに当て板を接着剤にて接着接合し補修する工法に着目したとしている．鋼曲げ部材への当て板接着についての既往研究の状況、および、研究の目的と工法を適用にあたって各章で検討する事項を述べている．</p> <p>第 2 章では、断面欠損を有する鋼曲げ部材に対する、一面当て板接着法の有効性を検討するため、片持支持での板曲げ試験と FEA を実施し、当て板接着による応力分担と軸方向の応力伝達特性を評価している．また、当て板と接着剤と母材を簡単な構造にモデル化し、初等構造力学に基づく理論計算により設計で用いる必要な当て板厚さの決定方法と、確実な応力伝達に必要な定着長の考え方を提案している．当て板接着では静的はく離荷重に接着剤塗布前の母材の素地調整程度が影響することが知られていることから、現場で汎用的に用いられているディスクグラインダーによって素地調整をした場合、及び、当て板材を無機ジンクリッチペイントで塗装した場合について、載荷試験によりはく離荷重がブラスト処理と比較してあまり変わらないことを確認している．</p> <p>第 3 章では、一面当て板接着部の耐久性確保に影響する、繰り返し応力作用下での疲労について、片持での板曲げ疲労試験を実施し、応力範囲とはく離時の載荷回数との関係から曲げ応力下での疲労強度を与えている．また、屋外使用で外気温や日射による温度変動や水環境に曝された場合の、一面当て板接着法の接着強度への影響や長期安定性に関して、水と熱の負荷を与えた試験体での板曲げ試験を実施し、水と熱の影響で当て板がはく離する強度が低下することを確認している．さらに、実橋で一面当て板接着を実施し、当て板と母材各部位のひずみ挙動を計測することで、交通荷重に代表される変動応力作用に曝された場合の接着剤が硬化する際の応力伝達特性の変化と長期での安定性について検討し、接着剤の硬化に伴い応力伝達が徐々に行われるこ</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	青 木 康 素
<p>と、硬化後の挙動が安定して以降は、安定した応力伝達挙動を示すことを長期観察により明らかにしている．</p> <p>第 4 章では、第 2 章の検討成果を踏まえ、デッキプレートに一部断面欠損を設けた実物大の鋼床版試験体を用いて、載荷試験と FEA により、鋼床版構造でのデッキプレート腐食部への一面当て板接着法の効果と、第 2 章で提案した当て板厚さの計算法の有効性を明らかにしている．また、実物大の鋼床版試験体で当て板接着端の位置を変えた試験体を用いて載荷試験と FEA により、第 3 章での疲労試験結果との整合性を整理し、応力の繰り返しによる疲労に対して、疲労によってはく離が生じない接着端の位置を明らかにしている．鋼床版で舗装打ち替えと同時に当て板補修をする場合には、補修の直後にグースアスファルト混合物が舗設されることになる．このため、高温加熱した砂を用いた温度負荷を与えた試験体での板曲げ試験を実施し、接着剤硬化中に舗設熱を受けることによる、当て板接着のはく離強度や補修効果に及ぼす影響について検討し、硬化途中の温度負荷によってはく離強度が低下することではなく、むしろ向上する傾向にあることを確認している．</p> <p>第 5 章では、一面当て板接着法を鋼床版に生じた疲労き裂の補修に応用できる可能性があると考え、垂直補剛材とデッキプレートの溶接部で生じるデッキプレート板厚方向に進展する疲労き裂に対して当て板接着した試験体を用いて、板曲げ疲労試験を実施している．これにより、一面当て板接着法にき裂進展を抑制する効果があること、疲労によるはく離が生じると補修効果がなくなること述べている．</p> <p>第 6 章では、一面当て板接着法に要求される性能と照査項目を整理し、これまでの章で得られた知見により、材料選定、断面欠損部を含む鋼曲げ部材の補修設計での構造モデル、静的強度評価、疲労強度評価、はく離に配力した定着方法についてまとめ、鋼曲げ部材での一面当て板接着法の設計法を提案している．</p> <p>第 7 章では、各章で得られた知見を要約している．</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、鋼床版デッキプレート上で生じた腐食への補修対応を契機として、腐食による断面欠損が生じた鋼部材に対し、接着剤を用いて鋼材や CFRP 材を一面で当て板し補修する方法に着目し、その有効性の検証と供用下で受ける種々の環境負荷に対する耐久性確保の方法について取り組み、その研究成果を取りまとめたものである。本研究により得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 当て板を接着することで、鋼部材を断面欠損がない健全な状態への性能回復が可能であることを実験と解析により確認している。さらに、簡単な構造力学モデルを基にした必要当て板厚さの計算方法と接着端の定着長の決定方法を提案している。
2. 道路橋の実供用下を想定し、当て板接着の耐久性に影響する環境条件について、応力の繰り返しによる疲労や、水や熱が負荷する場合の影響について検討し、接着接合のはく離への影響と回避の方法について示している。
3. 鋼床版デッキプレート上で断面欠損がある場合の、一面当て板接着法の有効性を示し、疲労によりはく離が生じない接着端位置について提案している。
4. 鋼床版の垂直補剛材部に生じた疲労き裂をケーススタディに、疲労き裂が生じた溶接部を有する鋼部材でのき裂進展抑制を目的とした補修工法として、一面当て板接着法が有効となる可能性を示している。
5. 断面欠損を有する鋼部材の一面当て板接着法の要求性能と照査項目を整理し、設計法を提案している。

以上、本論文は、道路橋における腐食した鋼部材の補修方法として当て板を接着剤で接合する補修方法に関し、一面接合した場合の腐食部での補修効果を定量評価し、実構造で置かれる環境条件下での耐久性を検証のうえ、設計方法を提案しており、学術上、実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成 30 年 8 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。